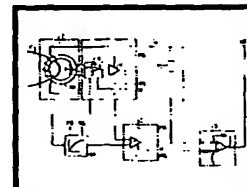


Compensation current converter including magnetic field sensor - measures and evaluates primary current, generates and amplifies compensation current, and has latch-up monitor to determine irregular voltage values

Assignee: **SIEMENS AG** Standard company ([SIEI...](#))
VACUUMSCHMELZE GMBH Standard company ([VACS...](#))
 Inventor: **HARTWIG H;**



Accession / Update: **1996-499442 / 200229**

IPC Code: **G01R 15/18 ; G01R 15/20 ; G01R 19/20 ;**

Derwent Classes: **S01; V02;**

Manual Codes: **S01-D01C1A(Dc-ac) , S01-D01D1(Using inductive or magnetic measurement) , V02-G01B(Instrument transformers)**

Derwent Abstract

DERWENT RECORD

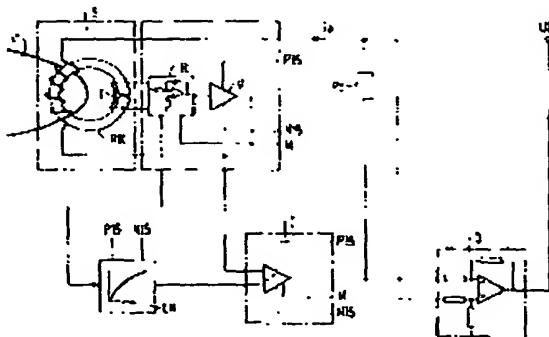
([EP0742440A](#)) The current converter consists of a magnetic field sensor which receives the value of a primary current (il), followed by a control stage which evaluates the measured primary current. The control stage produces a compensation current which is then amplified by an amplifier stage. The compensation current flows through a resistor through which a voltage proportional to the primary current drops.

This forms a counter clock end stage along with an inverting amplifier and a differential amplifier. A latch-up supervisor monitors the symmetry, the positive or negative supply voltage, and the controller sum point to determine irregular values.

USE/Advantage - Current conversion. Supports higher primary currents without increase in dimensions and without increase in normal supply voltage. Standard, widely available components can be used.

Abstract info: **[EP0742440A](#): Dwg.1/1 , [EP0742440B](#):**

Images:



Family:

Patent	Pub. Date	DW Update	Pages	Language	IPC Code
EP0742440A2 *	Nov. 13, 1996	199650	9	German	G01R 15/18

Des. States: (R) AT CH DE ES FR GB IT LI SE

Local appls.: [EP1996000107027](#) ApplDate:1996-05-03 (96EP-0107027)

DE59608751G = March 28, 2002 200229 German G01R 15/18

Local appls.: Based on EP00742440 (EP 742440)

EP1996000107027 ApplDate:1996-05-03 (96EP-0107027)

DE1996000508751 ApplDate:1996-05-03 (96DE-0508751)

EP0742440B1 = Feb. 20, 2002 200214 9 German G01R 15/18

Des. States: (R) AT CH DE ES FR GB IT LI SE

Local appls.: EP1996000107027 ApplDate:1996-05-03 (96EP-0107027)

EP0742440A3 = Oct. 22, 1997 199814 3 English G01R 15/18

Local appls.: EP1996000107027 ApplDate:1996-05-03 (96EP-0107027)

Priority Number:

Application	Application	Original Title
<u>DE1995002020066U</u>	Dec. 18, 1995	
<u>DE1995002007675U</u>	May 09, 1995	

Citations:

DE3435267 : STROMMESSEINRICHTUNG FUER GLEICHSTROEME

DE29506883 : STROMSENSOR NACH DEM KOMPENSATIONSPRINZIP

EP0510376 : MAGNETIC CIRCUIT FOR CURRENT SENSOR USING COMPENSATION PRINCIPLE

EP0686850 : DC CURRENT MEASURING CIRCUIT WITH VOLTAGE ISOLATION BETWEEN CURRENT PATH AND MEASURING CIRCUIT

WO9423305 : ELECTRIC CURRENT MEASURING DEVICE WITH A MAGNETIC FLUX SENSOR, IN PARTICULAR FOR ELECTRIC VEHICLES

WO9512819 : BIDIRECTIONAL ELECTRIC CURRENT SENSOR SUPPLIED BY A UNIPOLAR SOURCE

- 1.Jnl.Ref

- No-SR.Pub

Title Terms:

COMPENSATE CURRENT CONVERTER MAGNETIC FIELD SENSE MEASURE
EVALUATE PRIMARY CURRENT GENERATE AMPLIFY COMPENSATE CURRENT
LATCH UP MONITOR DETERMINE IRREGULAR VOLTAGE VALUE

[Pricing](#)

[Current charges](#)

Data copyright Derwent 2002

**Derwent
Searches**



[Patent/
Numbers](#)



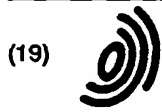
[Boolean Text](#)



[Advanced Text](#)



[Demo](#)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) EP 0 742 440 A2

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.11.1996 Patentblatt 1996/46

(51) Int. Cl.⁶: G01R 15/18, G01R 19/20

(21) Anmeldenummer: 96107027.3

(22) Anmeldetag: 03.05.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI SE

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

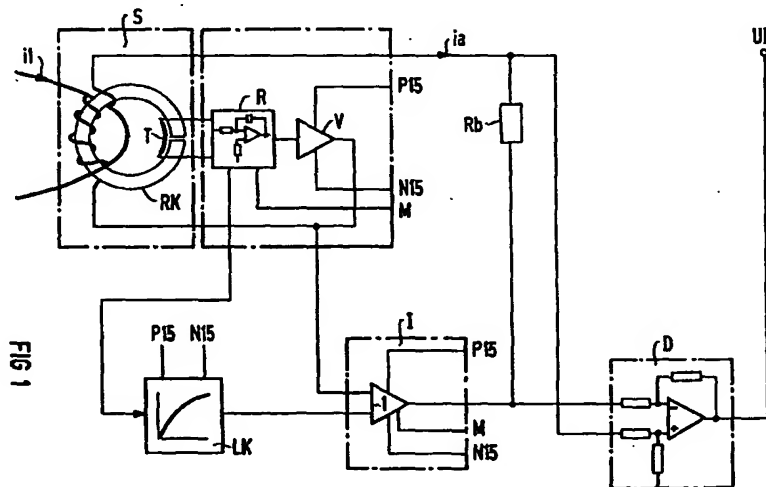
(30) Priorität: 09.05.1995 DE 29507675 U
18.12.1995 DE 29520066 U

(72) Erfinder: Hartwig, Hagen, Dipl.-Ing.
91056 Erlangen (DE)

(54) **Kompensationsstromwandlung**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Kompensationsstromwandlung, welche einen Magnetfeldsensor (S), eine darauffolgende Reglerstufe (R) und eine Bürde in Form eines Widerstandes (Rb) aufweist, welcher vom Kompensationsstrom (ia) durchflossen wird und über dem eine zum Primärstrom (i1) proportionale Spannung (UB) abfällt, wobei eine Gegentaktenstufe mit sogenannter "schwimmender" Bürde realisiert wird, welche durch eine invertierende Verstärkerstufe (I), insbesondere eine symmetrisch gespeiste Verstärkerstufe, und einen darauffolgenden

Differenzverstärker (D) gebildet wird. Die Bürde (Rb) wird "schwimmend" über den Differenzverstärker (D) abgegriffen. Die Verlustleistung wird minimiert, indem Mittel zum Takteten der Verstärkerstufen vorgesehen sind und die Induktivität der Kompensationswicklung zur Glättung der getakteten Spannung dient. Über Komparationsverstärker (C1, C2) erfolgt eine Puls-Pausen-Modulation und damit ist eine Einstellmöglichkeit für den Spannungsmittelwert über einen weiten Bereich gegeben.



EP 0 742 440 A2

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Kompensationsstromwandlung, welche einen Magnetfeld-Sensor, eine darauffolgende Reglerstufe, eine Verstärkerstufe, insbesondere eine symmetrisch gespeiste Stufe, und eine Bürde in Form eines Widerstandes aufweist, über dem eine einem Eingangsstrom proportionale Spannung abfällt.

Bei Kompensationsstromwandlern, welche in der Regel der Wandlung großer Ströme im Anperbereich in proportionale kleinere Ströme dienen, besitzen in der obengenannten herkömmlichen Bauart den Nachteil, daß der zu wandelnde Primärstrom konstruktionsbedingt nach oben hin limitiert ist. Limitierendes Kriterium für den maximal abbildbaren Primärstrom ist der Innenwiderstand der Kompensationswicklung, welche wie der zu messende Primärstrom auch, auf einem gemeinsamen magnetischen Kern angebracht ist. Die Kompensationswicklung und damit deren Innenwiderstand wiederum hängt von dem zur Verfügung stehenden Wicklungsraum ab, den der verwendete magnetische Kern aufweist.

Das hat zur Folge, daß zur Leistungssteigerung von herkömmlichen Kompensationsstromwandlern und der Verarbeitung eines höheren Primärstroms ein entsprechend größerer Wicklungsraum zur Verfügung gestellt werden muß, was jedoch sowohl hinsichtlich des Platzbedarfs als auch der dadurch bedingten Kosten Nachteile mit sich bringt. Das Abbilden eines höheren Primärstromes erfordert einen höheren Kompensationsstrom, welcher wiederum durch die vorhandene Spannung und den gegebenen Wicklungswiderstand begrenzt ist. Aus diesem Grunde wird herkömmlicherweise entweder die Bauform vergrößert oder aber die Versorgungsspannungen werden erhöht, was aufwendige Sonderlösungen bei Netzteil oder einer daran angeschlossenen Auswerteelektronik erfordert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Kompensationsstromwandlung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß höhere Primärströme abgebildet werden können, ohne daß die Dimension und dadurch bedingt die Kosten der Vorrichtung zunehmen und ohne daß Erhöhungen der Versorgungsspannung über das übliche Maß hinaus notwendig werden. Dabei sollen auch möglichst weiterhin handelsübliche Standardkomponenten, welche aufgrund ihrer hohen Verfügbarkeit besonders preisgünstig sind, einsetzbar bleiben.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß

1.1 sie eine Gegentaktendstufe mit sogenannter schwimmender Bürde aufweist,

1.2 die Gegentaktverstärkerstufe durch eine invertierende Verstärkerstufe, insbesondere eine symmetrisch gespeiste Verstärkerstufe, und einen darauffolgenden Differenzverstärker gebildet wird.

In einer ersten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die neu hinzugefügten Baugruppen besonders einfach in das bestehende Konzept der eingangs genannten Art integriert und es wird auf preisgünstige Standardbaugruppen zurückgegriffen. Darüber hinaus erfolgt die Anschaltung der zusätzlichen Baugruppen auf besonders einfache Art und Weise. Dies wird dadurch gelöst, daß

2.1 die Bürde in Form des Widerstandes zwischen die Ausgänge der ersten Verstärkerstufe und der invertierenden Verstärkerstufe geschaltet ist,

2.2 die Bürde in Form des Widerstandes zwischen die beiden Eingänge des Differenzverstärkers geschaltet ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vermeidet, daß bei voller Ausnutzung des erfindungsgemäßen Kompensationsstromwandlers das sogenannte "Latch up"-Kriterium überschritten wird. Dieses vermeidet, daß beim Einschalten durch unterschiedliches Hochlaufen der positiven und negativen Versorgungsspannung sowie durch unkontrollierte Überschwinger der Reglerstufe ein zu hoher Kompensationsstrom auftritt und dadurch bedingt die Elektronik der Auswertestufe eventuell auch in den "Latch up"-Zustand geht. Dies wird dadurch verhindert, daß

3.1 die Reglerstufe und/oder Verstärkerstufen durch eine Latch-up-Kontrolle gesteuert werden, welche insbesondere die Symmetrie der positiven und negativen Versorgungsspannung und den Reglersummenpunkt auf irreguläre Werte hin überwacht.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ermöglicht den Aufbau eines besonders effektiven Kompensationsstromwandlers, welcher eingangsseitig durch besonders günstige Anordnung der Baugruppen einen besonders preisgünstigen Aufbau des Kompensationsstromwandlers ermöglicht. Dies wird dadurch gelöst, daß

4.1 der Primärstrom mit einer Wicklung durch einen magnetischen Ringkern, insbesondere einen solchen mit Luftspalt, geführt wird,

4.2 der Kompensationsstrom mit mehreren Wicklungen durch denselben magnetischen Ringkern geführt wird.

Will man den Kompensationsstromwandler besser ausnutzen, indem man beispielsweise kleinere Kompensationsstromwandler mit höheren Eingangsströmen beaufschlagt, um größere Wandler zu vermeiden und damit Platz und Kosten zu sparen, so steigt dadurch die Leistungsaufnahme für die Kompensationswicklung und entsprechend auch die Verlustleistung in der Ansteuerung. Dieses Problem stellt sich auch bei solchen Kompensationsstromwandlern, bei denen ein

Gegentaktbetrieb vorgesehen ist, wodurch der verarbeitbare Eingangsstrom bei unveränderter Baugröße verdoppelt wird.

Das Verdoppeln von Kompensationsstrom und angelegter Spannung führt jedoch dazu, daß die vierfache Leistung zugeführt wird. Im Normalbetrieb wird jedoch ein Großteil der zugeführten Leistung an der Gegentak-
tendstufe in Wärme umgesetzt. Wie bei einem Längs-
regler tritt die nicht benötigte Spannung als
Verlustspannung über der Gegentakendstufe auf. Als
Produkt mit dem Kompensationsstrom ist diese Verlust-
leistung über einen weiten Arbeitsbereich konstant.

Herkömmlicherweise wird diesem Problem des erhöhten Leistungsbedarfs durch stärker dimensionierte Stromversorgungen und eine Ansteuerelektronik mit stärkeren Endstufen sowie größeren Kühlflächen begegnet. Dadurch werden zum einen höhere Kosten verursacht und zum anderen ist das Auftreten der Verlustleistung als solche nicht gelöst. Diese wird lediglich abgeführt.

Eine andere Vorgehensweise besteht darin, einen Teil der Verlustleistung aus der Ansteuerelektronik auf einen Vorwiderstand zu verlagern, welcher in Serie zum Bürdenwiderstand geschaltet ist. Jedoch wird auch dabei die Tatsache, daß eine Verlustleistung anfällt, nicht vermieden. Diese wird ebenfalls lediglich abgeführt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Vorrichtung zur Kompensationsstromwandlung gemäß der vorliegenden Erfindung wird daher die auftretende Verlustleistung minimiert. Dabei sollen auch möglichst weiterhin handelsübliche Standardkomponenten, welche aufgrund ihrer hohen Verfügbarkeit besonders preisgünstig sind, einsetzbar bleiben. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß

5.1 Mittel zum Takten der Verstärkerstufen vorgesehen sind,

5.2 die Induktivität der Kompensationswicklung zur Glättung dient.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein besonders vorteilhafter Frequenzbereich angegeben, welcher eine optimale Minimierung der Verlustleistung erlaubt. Dies wird erreicht, indem

6.1 die Taktfrequenz im Bereich zwischen 100 kHz und 200 kHz vorgegeben ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die Taktfrequenz unter besonders vorteilhafter Ausnutzung bereits vorhandener Bauelemente generiert. Dies wird dadurch erreicht, daß

7.1 die Taktfrequenz von einem zur Erregung des Magnetfeld-Sensors vorgesehenen Oszillator ableitbar ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung erfolgt eine besonders effektive Weiterverarbeitung des Taktens, wobei wiederum bereits vorhandene Bauelemente zur Realisierung herangezogen werden, was eine besonders preisgünstige Lösung ermöglicht. Dies wird dadurch herbeigeführt, daß

8.1 das Takten pulswertenmodulierbar ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird erreicht, daß die Pulsweitenmodulation variierbar ist, indem

9.1 zwei Komparatoren zur Einstellung des Puls-Pausen-Verhältnisses vorgesehen sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine besonders effektive Lösung eines Kompensationsstromwandlers mit wenigen schaltungs-
technischen Maßnahmen geschaffen, indem

10.1 der Bürdenwiderstand über einen darauffolgenden Differenzverstärker als schwimmende Bürde ausgestaltet ist.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ermöglicht den Aufbau eines besonders kleindimensionierten Kompensationsstromwandlers, welcher die Vorteile gemäß der vorliegenden Erfindung besonders platzsparend und somit preisgünstig ermöglicht. Dies wird dadurch erreicht, indem

11.1 diese in einem anwenderspezifisierten integrierten Schaltkreis integrierbar ist.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß der abbildbare Primärstrom eines Kompensationsstromwandlers der eingangs genannten Art erheblich erhöht werden kann, ohne daß die Dimension des Kompensationsstromwandlers erheblich erhöht werden muß, was sehr viel höhere Kosten nach sich ziehen würde, und daß ein Erhöhen der Versorgungsspannungen über das übliche Maß hinaus vermieden werden kann, wodurch der Einsatz handelsüblicher, auf diese üblichen Versorgungsspannungen ausgelegter Standardbaugruppen nach wie vor möglich bleibt. Auf diese Weise können aufwendige Sonderlösungen bei Netzteil und Auswerteelektronik vermieden werden. Weiterhin wird aufgrund einer besonderen konstruktiven Auslegung des Kompensationsstromwandlers für höhere Eingangsströme die auftretende erhöhte Verlustleistung nicht lediglich abgeführt, sondern diese wird minimiert. Dies wird durch besonders trickreiche Schaltungsmaßnahmen unter vielfacher Ausnutzung bereits vorhandener Bauelemente erreicht. Auch bleibt der Einsatz handelsüblicher, auf übliche Versorgungsspannungen ausgelegter Standardbaugruppen nach wie vor möglich. Auf diese

Weise können aufwendige Sonderlösungen bei Netzteil und Auswertelektronik vermieden werden.

Weitere Einzelheiten und Vorteile ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen der Erfindung und aus den Zeichnungen. Dabei sind die Elemente, soweit sie übereinstimmen, mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Dabei zeigen:

FIG 1 eine Schaltungsanordnung eines Kompensationsstromwandlers mit Verdopplung des abbildbaren Stromes durch eine Gegentakstendstufe, "schwimmende" Bürde und "Latch up"-Kontrolle und

FIG 2 eine Schaltungsanordnung eines Kompensationsstromwandlers mit einer pulswidenmodulierten getakteten Gegentakstendstufe mit "schwimmender" Bürde und "Latch up"-Kontrolle.

In der Darstellung gemäß der FIG 1 ist eine Schaltungsanordnung zur Verdopplung des abbildbaren Primärstromes durch eine Gegentakstendstufe mit schwimmender Bürde und Latch up-Kontrolle gezeigt. Dabei wird ein Primärstrom i_1 von einem Magnet-Feld-Sensor S gemessen, indem der Primärstrom i_1 durch einen magnetischen Ringkern RK mit Luftspalt geführt wird. Durch eine über dem Luftspalt angeordnete T-Feld-Sonde T wird der Primärstrom i_1 erfaßt und einer Reglerstufe R zugeführt. Der dort ermittelte Wert, welcher den Kompensationsstrom i_a darstellt, wird daraufhin einer Verstärkerstufe V zugeführt, welche durch eine symmetrische Spannungsversorgung mit positiver Spannung P15 und negativer Versorgungsspannung N15 von 15 V gespeist wird. Der Kompensationsstrom i_a wird vom Ausgang der Verstärkerstufe V aus mit mehreren Windungen über den magnetischen Ringkern R geführt. Die Windungszahl des den Kompensationsstrom i_a führenden Leiters ist dabei um ein Vielfaches größer als die Windungszahl des den Primärstrom i_1 führenden Leiters. Der über den magnetischen Ringkern RK geführte Kompensationsstrom i_a wird daraufhin einer Bürde in Form eines elektrischen Widerstandes R_b zugeführt.

Dieser Widerstand R_b ist herkömmlicherweise mit Massepotential M verbunden. Die erfindungsgemäße Vorrichtung eines Kompensationsstromwandlers vermeidet diesen bisher negativen Umstand, indem nunmehr beide 15V-Polaritäten P15 und N15 gleichzeitig den Kompensationsstrom i_a treiben. Dies wird dadurch erreicht, indem der Kompensationsstrom i_a vom Ausgang der Verstärkerstufe V abgegriffen wird und einer invertierenden Verstärkerstufe I, welche ebenfalls durch eine symmetrische Versorgungsspannung P15 und N15 versorgt wird, zugeführt wird. Die Bürde R_b wird nun erfindungsgemäß nicht mehr wie herkömmlicherweise zwischen Ausgang der ersten Verstärkerstufe V und Masse M geschaltet, sondern zwischen den Ausgang der ersten Verstärkerstufe V und den Ausgang der

invertierenden Verstärkerstufe I. Das Treiben des Kompensationsstromes i_a mit beiden Polaritäten P15 und N15 der Versorgungsspannung gleichzeitig durch eine durch die Verstärkerstufe V und die invertierende Verstärkerstufe I gebildete Gegentakstendstufe verdoppelt den möglichen Kompensationsstrom i_a und damit auch den abbildbaren Primärstrom i_1 . Dabei ist es von Vorteil, daß der Kompensationsstromwandler herkömmlicher Bauart unverändert bleiben kann. Die Bürde in Form des elektrischen Widerstandes R_b wird nunmehr nicht mehr gegen Masse geführt, sondern "schwimmend" über einen Differenzverstärker D abgegriffen.

Die beiden Eingänge des Differenzverstärkers D werden durch die beiden Verstärkerstufen V und I angesteuert. Während die erste Verstärkerstufe V den invertierenden Eingang des Differenzverstärkers D ansteuert, ist deren nichtinvertierender Eingang mit dem Ausgang der invertierenden Verstärkerstufe I verbunden, so daß der Differenzverstärker D exakt die über der Bürde R_b abfallende Spannung verstärkt. Die am Ausgang des Differenzverstärkers D erhaltene Bürdenspannung U_B ist damit proportional zu einem gemessenen Primärstrom i_1 , wobei jedoch nunmehr größere Primärströme i_1 gewandelt werden können. Der Aufbau des Differenzverstärkers D erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines oder mehrerer handelsüblichen Operationsverstärkern.

Bei voller Ausnutzung des Kompensationsstromwandlers nach der erfindungsgemäßen Bauart kann sich jedoch ergeben, daß das sogenannte "Latch up"-Kriterium überschritten wird. Dabei kann beim Einschalten durch ein unterschiedliches Hochlaufen der positiven und der negativen Versorgungsspannung P15 und N15 sowie durch unkontrollierte Überschwinger der Reglerstufe R ein so hoher Kompensationsstrom i_a auftreten, daß das am magnetischen Ringkern RK angebrachte SONDENSYSTEM T, im Falle des Ausführungsbeispiels eine sogenannte T-Feld-Sonde, in Sättigung geht und dadurch eine falsche Polarität anzeigen kann. Dadurch wird jedoch der Regelsinn verkehrt, so daß die Auswertelektronik, z.B. innerhalb der Regelstufe R, in den "Latch up"-Zustand geht.

Aus diesem Grunde wird erfindungsgemäß eine "Latch up"-Kontrolle LK hinzugefügt, die diesen Zustand durch Realisierung eines "Softstarts" ausschließt. Zusätzlich werden die Symmetrie und die Gleichzeitigkeit der positiven und der negativen Versorgungsspannung P15 und N15 überwacht. Ebenso wird der Reglersummenpunkt der Auswertelektronik innerhalb der Reglerstufe R auf irreguläre Werte überwacht. Ein solcher irregulärer Wert ist beispielsweise dann gegeben, wenn eine größere Differenz zwischen dem invertierenden und dem nichtinvertierenden Eingang des Regler-Operationsverstärkers der Reglerstufe R auftritt, welche anzeigt, daß der Regelkreis nicht normal geschlossen ist, wie er es z.B. in einem "Latch up"-Zustand der Fall ist. Aus diesem Grunde wird während des Softstarts sowie bei erkannten Abweichungen von den erwünschten Sollzuständen entweder die erste

Verstärkerstufe V oder die invertierende Verstärkerstufe I oder aber beide Verstärkerstufen hochohmig oder auf Null Volt geschaltet. In dem in FIG 1 dargestellten Ausführungsbeispiel steuert die "Latch up"-Kontrolle LK die invertierende Verstärkerstufe I an. An den Eingang der "Latch up"-Kontrolle LK wird der Reglersummenpunkt aus der Reglerstufe R geführt, welcher ein Abweichen von den gewünschten Sollzuständen signalisiert. Desweiteren werden die positive Versorgungsspannung P15 und die negative Versorgungsspannung N15 an die "Latch up"-Kontrolle LK geführt, um so einen Softstart sowie die Überwachung von Symmetrie und Gleichzeitigkeit der Versorgungsspannung vornehmen zu können. Bei einer bekannten Abweichung von einem der Sollzustände wird dann vom Ausgang der "Latch up"-Kontrolle LK die invertierende Verstärkerstufe I angesteuert und, wie oben beschrieben, hochohmig oder auf Null Volt geschaltet.

In der Darstellung gemäß der FIG 2 ist eine Schaltungsanordnung eines Kompensationsstromwandlers mit einer pulsweitenmoduliert getakteten Gegentakendstufe zur Minimierung der Verlustleistung und Latch up-Kontrolle gezeigt. Dabei wird ein Primärstrom i_1 von einem Magnet-Feld-Sensor S gemessen, indem der Primärstrom i_1 durch einen magnetischen Ringkern RK mit Luftspalt geführt wird. Durch eine über dem Luftspalt angeordnete T-Feld-Sonde T wird der Primärstrom i_1 erfaßt und einer Reglerstufe R zugeführt. Der dort ermittelte Wert, welcher den Kompensationsstrom i_a darstellt, wird daraufhin einer Gegentakendstufe G zugeführt, welche durch eine symmetrische Spannungsversorgung mit positiver Spannung P15 und negativer Versorgungsspannung N15 von 15 V gespeist wird. Dies geschieht jedoch nicht auf direktem Wege, sondern über zwei Komparatoren C1 und C2, welche jeweils einen negierten und einen nicht-negierten Ausgang aufweisen. Die Komparatoren sind vorzugsweise mittels Operationsverstärkern aufgebaut. Das dem Kompensationsstrom i_a proportionale Ausgangssignal der Reglerstufe R wird einem der Komparatoren an dessen invertierendem und dem anderen Komparator an dessen nichtinvertierendem Eingang zugeführt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist Komparator C1 am invertierenden und Komparator C2 am nichtinvertierenden Eingang mit dem Ausgangssignal der Reglerstufe R beaufschlagt.

Die zum Taktten benötigte Frequenz f , welche bevorzugterweise im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 200 kHz liegt, jedoch auch - abhängig von der Dimensionierung des Kompensationsstromwandlers - andere Frequenzen umfassen kann, wird aus der bereits vorhandenen Ansteuer- und Auswerteelektronik gewonnen, die der besseren Übersichtlichkeit halber in der Darstellung gemäß FIG 1 nicht im Detail dargestellt ist. Diese Ansteuer- und Auswerteelektronik besitzt in der Regel einen Oszillator O zur Erregung der T-Feld-Sonde T. Ist ein solcher Oszillator O jedoch nicht vorgesehen, so wird er separat hinzugefügt.

Zu diesem Oszillator O, von dem die benötigte Frequenz f abgeleitet wird, kommt ein Integrator I hinzu, der vom Frequenzsignal f angesteuert wird und der ein Dreieckssignal erzeugt, welches in der Darstellung gemäß FIG 1 erläuternd am Ausgang skizziert ist. Dieser Integrator I kann beispielsweise aus einem RC-Glied aufgebaut sein.

Die beiden Komparatoren C1 und C2 werden an ihren noch unbeschalteten Eingängen mit dem Dreieckssignal des Integrators I beaufschlagt. Die Komparatoren C1 und C2 dienen somit der Erzeugung von Puls-Pausen-Signalen. Das Puls-Pausen-Verhältnis ist bei konstanter Frequenz des Dreieckssignales über den am zweiten Eingang der Komparatoren anliegenden Spannungswert bestimmbar, welcher durch den Regler R vorgebar und variierbar ist. Die Komparatoren C1 und C2 besitzen Totzeiten zueinander und sind gegeneinander verriegelt, damit gegenüberliegende Transistoren in der Gegentakendstufe G nicht gleichzeitig durchschalten können. Diese Gegentakendstufe G kann als Brückenendstufe ausgebildet sein und als Endstufentransistoren können beispielsweise bipolare Transistoren oder MOSFETs verwendet werden. Die Gegentakendstufe G wird von den Ausgangssignalen der Komparatoren C1 und C2 so angesteuert, daß jeweils einer der Ausgänge der Gegentakendstufe G positive Ausgangsspannung P15 und der andere Ausgang negative Ausgangsspannung N15 führt. Die Polarität wechselt mit dem Pulse-Pause-Wechsel im Takt der Frequenz f . Bei dem so erreichten pulsweitenmodulierten Takten der Gegentakendstufe G treten nur noch vergleichsweise geringe Durchlaß- und Schaltverluste auf, wodurch die Verlustleistung erheblich reduziert wird.

Der Kompensationsstrom i_a wird von einem Ausgang der Gegentakendstufe G aus mit mehreren Windungen über den magnetischen Ringkern R geführt. Die Windungszahl des den Kompensationsstrom i_a führenden Leiters ist dabei um ein Vielfaches größer als die Windungszahl des den Primärstrom i_1 führenden Leiters. Der über den magnetischen Ringkern RK geführte Kompensationsstrom i_a wird daraufhin einer Bürde in Form eines elektrischen Widerstandes R_b zugeführt. Der von der Reglerstufe R vorgegebene Spannungsmittelwert stellt sich durch ein entsprechendes Puls-Pausen-Verhältnis ein und die hohe Induktivität der Kompensationswicklung, welche in der Regel zwischen 300 und 1600 mH beträgt, stellt eine Glättung des Stromes sicher. Damit wird die ohnehin vorhandene Kompensationsstromwicklung ohne Mehraufwand für einen weiteren positiven Effekt genutzt.

Der Bürdenwiderstand R_b ist herkömmlicherweise mit Massepotential M verbunden. Die erfindungsge-mäße Vorrichtung eines Kompensationsstromwandlers vermeidet diesen negativen Umstand, indem nunmehr über die Gegentakendstufe G beide Polaritäten P15 und N15 gleichzeitig den Kompensationsstrom i_a treiben. Die Bürde R_b wird zwischen die beiden Ausgänge der Gegentakendstufe G geschaltet, wobei einer der Ausgänge, wie oben beschrieben, vorher über mehrere

Wicklungen zur Kompensation des Magnetischen Feldes im Ringkern RK als Kompensationsstrom i_a über diesen Ringkern RK geführt wird. Das Treiben des Kompensationsstromes i_a mit beiden Polaritäten P15 und N15 der Versorgungsspannung gleichzeitig durch eine Gegentakstendstufe G verdoppelt den möglichen Kompensationsstrom i_a und damit auch den abbildbaren Primärstrom i_1 . Die Bürde in Form des elektrischen Widerstandes R_b wird nunmehr nicht mehr gegen Masse geführt, sondern "schwimmend" über einen Differenzverstärker D abgegriffen.

Die beiden Eingänge des Differenzverstärkers D werden durch die beiden Ausgänge der Gegentakstendstufe G angesteuert. Der Differenzverstärker D verstärkt somit exakt die über der Bürde R_b abfallende Spannung. Die am Ausgang des Differenzverstärkers D erhaltene Bürdenspannung UB ist damit proportional zu einem gemessenen Primärstrom i_1 , wobei jedoch nunmehr größere Primärströme i_1 gewandelt werden können. Der Aufbau des Differenzverstärkers D erfolgt vorzugsweise mit Hilfe eines oder mehreren handelsüblichen Operationsverstärkern.

Wahlweise kann die „Latch-up“-Kontrolle LK auch den Reglerausgang der Reglerstufe R begrenzen. Eine solche Möglichkeit ist in der Darstellung gemäß FIG 2 durch eine unterbrochen gezeichnete Verbindung angedeutet.

Die Gegentakstendstufe und deren Kühlflächen lassen sich so wesentlich verkleinern, was Platz und Kosten spart und darüber hinaus einen Einsatz bei Anwendungen möglich macht, die aus Platzgründen bisher nicht möglich waren. Auch läßt sich die gesamte Elektronik leicht in einen anwenderspezifisierbaren integrierten Schaltkreis ASIC integrieren. Darüber hinaus wird die Stromversorgung weniger belastet und kann kleiner ausfallen, was ebenfalls Kosten spart.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kompensationsstromwandlung, aufweisend einen Magnet-Feld-Sensor (S), eine darauffolgende Reglerstufe (R), eine Verstärkerstufe (V), insbesondere eine symmetrisch gespeiste Stufe, und eine Bürde in Form eines Widerstandes (R_b), über dem eine einem Eingangsstrom (i_1) proportionale Spannung (UB) abfällt, dadurch gekennzeichnet, daß

- 1.1 sie eine Gegentakstendstufe mit sogenannter schwimmender Bürde aufweist,
- 1.2 die Gegentakstverstärkerstufe durch eine invertierende Verstärkerstufe (I), insbesondere eine symmetrisch gespeiste Verstärkerstufe, und einen darauffolgenden Differenzverstärker (D) gebildet wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

2.1 die Bürde in Form des Widerstandes (R_b) zwischen die Ausgänge der ersten Verstärkerstufe (V) und der invertierenden Verstärkerstufe (I) geschaltet ist,

2.2 die Bürde in Form des Widerstandes (R_b) zwischen die beiden Eingänge des Differenzverstärkers (D) geschaltet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß

3.1 die Reglerstufe (R) und/oder Verstärkerstufen (V,I) durch eine Latch-up-Kontrolle (LK) gesteuert werden, welche insbesondere die Symmetrie der positiven und negativer Versorgungsspannung (P15, N15) und den Reglersummenpunkt auf irreguläre Werte hin überwacht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß

4.1 der Primärstrom (i_1) mit einer Wicklung durch einen magnetischen Ringkern (RK), insbesondere einen solchen mit Luftspalt, geführt wird,

4.2 der Kompensationsstrom (i_a) mit mehreren Wicklungen durch denselben magnetischen Ringkern (RK) geführt wird.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß

5.1 Mittel zum Takten der Verstärkerstufen vorgesehen sind,

5.2 die Induktivität der Kompensationswicklung zur Glättung dient.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß

6.1 die Taktfrequenz (f) im Bereich zwischen 100 kHz und 200 kHz vorgegeben ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß

7.1 die Taktfrequenz (f) von einem zur Erregung des Magnetfeld-Sensors (S) vorgesehenen Oszillator (O) ableitbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß

8.1 das Takten pulsweitenmodulierbar ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß

9.1 zwei Komparatoren (C1, C2) zur Einstellung des Puls-Pausen-Verhältnisses vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß 5

10.1 der Bürdenwiderstand (Rb) über einen darauffolgenden Differenzverstärker (D) als schwimmende Bürde ausgestaltet ist. 10

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß

11.1 die Elektronik in einem anwenderspezifischen integrierten Schaltkreis integrierbar ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

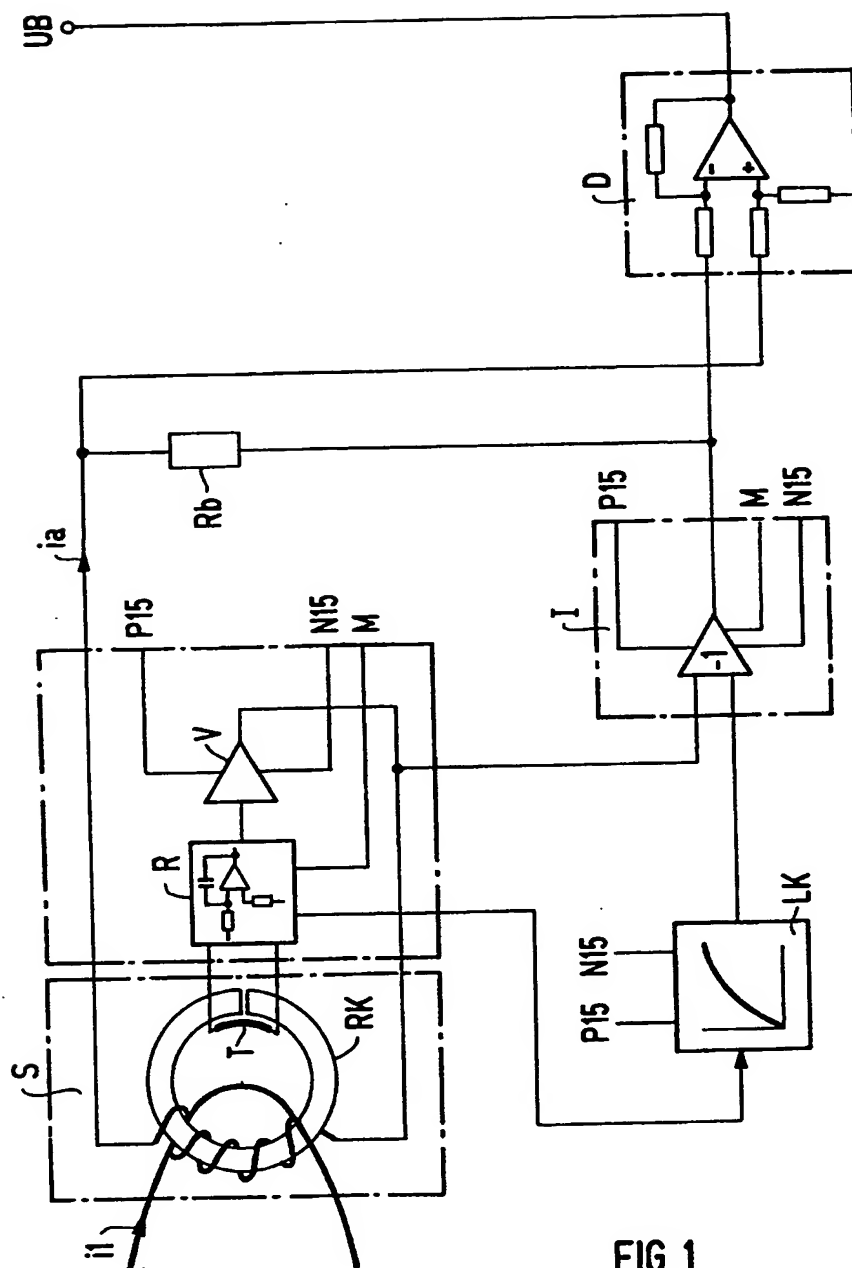


FIG 1

